

ФГБОУ ВО « Комсомольский –на-  
Амуре государственный технический  
университет» по адресу:  
681013, г. Комсомольск-на-Амуре,  
пр.Ленина,27

## ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертацию Соколова Павла Валерьевича на тему «Разработка материала на основе концентратов и отходов горнорудного производства для получения порошковых проволок», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении).

### 1. Актуальность темы диссертационного исследования.

Диссертационная работа Соколова П.В. посвящена одному из приоритетных направлений современного материаловедения: созданию новых материалов с заданными физико-механическими свойствами, обеспечивающих надежную работу деталей машин в сложных условиях эксплуатации.

Работа приобретает особую важность и актуальность в связи с ее направленностью на использование минерального сырья Дальневосточного региона при создании новых материалов. В частности, это касается сварочно-наплавочных материалов и технологий, широко используемых в промышленности при создании, эксплуатации и ремонте технических устройств, и позволяющих формировать на изношенных поверхностях деталей покрытия с требуемыми эксплуатационными свойствами. Разработка самозащитных порошковых проволок является одним из перспективных направлений этой области исследования. Использование материалов этого вида не требует обязательной защиты флюсами или газами и позволяет получать легированные покрытия с разнообразными механическими свойствами.

Для решения этой актуальной проблемы в диссертационной работе

Соколова П.В. поставлена цель, заключающаяся в разработке новых сварочных материалов на основе минерального сырья и отходов горнорудного производства Дальневосточного региона. В соответствии с поставленной целью сформулированы задачи диссертационного исследования и определены методы, обеспечивающие решение поставленных задач.

### 2. Степень обоснованности, достоверности и новизны научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Обоснованность и достоверность основных выводов и научных положений обусловлена использованием современных методов исследования, использованием апробированного математического аппарата, совпадением ре-

зультатов анализа с известным опытом, согласованностью расчетно-теоретических результатов с экспериментальными данными.

Обоснованность научных положений, выводов и заключений подтверждается также обобщением и систематизацией значительного числа научных трудов по исследуемой проблеме (библиографический список содержит 146 наименований). Основные результаты и положения диссертации докладывались и обсуждались на международных и всероссийских научных и научно-практических конференциях, симпозиумах.

Обоснованность и достоверность основных выводов и научных положений подтверждается также результатами производственного апробирования разработанных сварочно-наплавочных материалов.

Новизна полученных результатов состоит в том, что автором на основе термодинамического расчета и анализа химических реакций показана возможность восстановления легирующих элементов из исходного минерального сырья в электродуговом процессе. Выявлены закономерности восстановления титана и бора из титаномагнетитового и датолитового концентратов. Установлено, что восстановление протекает в температурном интервале 2300-7000 К, при этом максимальное содержание титана в наплавленном металле 0,41% мас. достигается при соотношении титаномагнетитового концентрата к графиту 8:2. Максимальное содержание бора в наплавленном металле 0,022 % мас. достигается при соотношении датолитового концентрата к графиту 9:1. Получены уравнения регрессии и построены диаграммы, позволяющие прогнозировать состав шихты для порошковых проволок в зависимости от требуемых свойств формируемых покрытий (твердость, износостойкость и ударная вязкость).

### 3. Практическая значимость работы.

В практическом плане диссертантом разработана новая шлаковая система ильменито-карбонатно-флюоритового типа и получена серия опытных порошковых проволок для наплавки деталей подвижного состава, обеспечивающая высокую твердость и износостойкость наплавленного металла, превышающую в 2,5...5 раз износостойкость исходной поверхности. Установлено, что разработанные порошковые проволоки не уступают аналогам по сварочно-технологическим характеристикам, при этом их стоимость на 30% ниже типовых.

Структура диссертационной работы логична и соответствует поставленным автором задачам исследования. Содержание автореферата соответствует основным результатам и выводам диссертации.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, библиографического списка и приложений. Работа изложена на 155 страницах. Текст содержит 78 рисунков, 81 таблицу, 3 приложения и библиографический список из 146 наименований.

Во введении раскрыта актуальность диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, приведены научная новизна и практическая значимость работы, выносимые на защиту положения.

В первой главе дана оценка эффективности, перспективы применения сварки и наплавки, анализ современного состояния вопроса создания сварочных материалов, рассмотрены методологические и технологические проблемы создания новых материалов, показаны особенности металлургических процессов при электродуговых способах сварки.

Во второй главе приведена методика экспериментальных исследований, дана характеристика исходных материалов, оборудования и методов исследования. Приведена методологическая схема создания сварочных материалов, включающая методику выбора исходных материалов, анализ минерального сырья, термодинамический расчет, исследование состава, структуры и свойств материалов, производственные испытания. В третьей главе дано обоснование выбора компонентов шлаковой системы ильменито-карбонатно-флюоритового типа, на основе результатов исследований фазового и химического составов минеральных концентратов горно-обогатительных комбинатов Дальнего Востока.

Приведены результаты термодинамического расчета восстановительных реакций в исследуемой шлаковой системе, на основании которого можно судить о вероятности восстановления металлов в электродуговом процессе. Представлены результаты разработки шлаковой системы с целью создания на ее основе порошковых проволок для сварки и наплавки деталей подвижного состава.

В четвертой главе дано описание процесса создания порошковых проволок на основе разработанной шлаковой системы. Приведены результаты исследования закономерностей перехода легирующих элементов из шихты в наплавленный металл. Изучены механические и эксплуатационные свойства получаемых покрытий, а также технологические характеристики порошковых проволок. Представлены результаты экспериментальных исследований легирования наплавленного металла, а также проведена оценка эффективности использования предложенной газо-шлакообразующей системы. Найлены коэффициенты перехода легирующих элементов из шихты в наплавленный металл. При определении оптимальных составов шихты порошковых проволок диссертантом использовалось планирование эксперимента трехфакторной системы. Оценивалась интенсивность перехода легирующих элементов: коэффициенты перехода марганца и углерода, титана и бора. Показано, что выходными параметрами механических и эксплуатационных свойств служат значения твердости, коэффициента износостойкости, а также ударной вязкости. С использованием полученных зависимостей автором построены диаграммы, позволяющие решать практические задачи по созданию шихты порошковых проволок, изменяя состав которых, можно в широких пределах влиять на свойства наплавленного металла и получать таким образом покрытия с требуемыми характеристиками.

В пятой главе приведены результаты технико-экономического обоснования применения разработанных порошковых проволок для наплавки деталей подвижного состава, а так же проверки разработанных порошковых проволок в условиях эксплуатации. Проведены опытно-сравнительные испыта-

ния полученных порошковых проволок в условиях эксплуатации в вагоноремонтном депо г. Хабаровска, что подтверждено актом о проведении опытно-сравнительных испытаний.

#### 4. Замечания и вопросы по диссертационной работе:

1) Недостаточен анализ литературных источников последних лет, в том числе публикаций зарубежных авторов.

2) Во второй главе результаты рентгенофазового анализа минеральных концентратов, используемых в качестве исходного сырья, мало информативны по причине отсутствия должного описания дифрактограмм в тексте. Обозначение фазовых линий на дифрактограммах выполнены очень мелким шрифтом, что затрудняет их прочтение.

3) Во второй главе раздел 2.4 «Исследование возможности обогащения титаномагнетитового шлиха» не относится к специальности «Материаловедение»

4) Слабо раскрыта роль бора, как модифицирующего компонента. Экспериментально не подтверждено наличие боридов металлов, например  $TiB_2$ , в наплавленном покрытии.

Сделанные замечания не затрагивают основных положений диссертационной работы и не снижают ее ценности.

5. Заключение о соответствии диссертации требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

В целом представленная диссертация отвечает нормативным требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, что определяется следующим:

-диссертационная работа написана лично автором, имеется вполне достаточный объем опубликованных статей, в которых отражены основные положения диссертации. Автореферат соответствует ее содержанию. Результаты работы докладывались и обсуждались на конференциях, симпозиумах различных уровней, что свидетельствует о личном вкладе автора в научную работу;

-диссертация характеризуется внутренним единством, в ней последовательно рассматриваются теоретические, методические и прикладные аспекты сложной научно-практической проблемы;

-автором получена совокупность научных результатов и положений, отличающихся научной новизной. Практическая значимость подтверждена актом о проведении опытно-сравнительных испытаний;

-предложенные автором новые решения достаточно строго аргументированы и критически оценены в сравнении с известными решениями.

Из вышеизложенного следует, что представленная диссертация полностью отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, согласно которому основные результаты диссертации нашли достаточно полное отражение в публикациях научных изданий, в том числе в статьях ведущих рецензируемых журналах по перечню ВАК, а ее автор

Соколов Павел Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении).

Официальный оппонент:

Гостищев Виктор Владимирович

Кандидат технических наук, старший научный

сотрудник лаборатории « Конструкционные и

инструментальные материалы» ,Федерального

государственного бюджетного учреждения

науки, Института материаловедения

Хабаровского научного центра ДВО РАН

В.В. Гостищев

680042 Россия. г. Хабаровск ул.

Тихоокеанская. д. 153

Тел(4212) 226598

Подпись официального оппонента заверяю:

*Лебедева М. В.*

«22» 11 2016г.